

VIABILIDAD TÉCNICA, AMBIENTAL Y ECONÓMICA PARA ILUMINACIÓN PÚBLICA, CON TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA Y LED, EN GUATAVITA

Autores: Sara Elizabeth González Melo – sara.gonzalezm@outlook.com

Juan Bernardo Vallejo Cuellar – juanvallejo1705@gmail.com

PROYECTO CURRICULAR ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL SEMILLERO ADMINISTRACIÓN SOSTENIBLE Y SOLUCIONES ENERGÉTICAS – ASSE

Docente Tutor: Carlos Díaz Rodríguez

RESUMEN

En este documento se exponen los factores que determinan la viabilidad técnica, ambiental y económica para la implementación del proyecto de reconversión tecnológica del sistema convencional de iluminación pública a sistema fotovoltaico y luz LED, en el municipio de Guatavita, en el departamento de Cundinamarca; tales como, la selección de la tecnología más óptima, a partir de la metodología de análisis multicriterio de Scoring, la evaluación económica mediante la implementación del método: Costo Uniforme Equivalente (CUE), la planeación estratégica para la gestión a futuro del proyecto mediante el Cuadro de Mando Integral (CMI) para la

gestión ambiental; así como el acercamiento del cambio de la calidad ambiental debido a los impactos benéficos y negativos que pueda tener su implementación, con la adaptación de la metodología de Battelle Columbus; todo lo anterior, dentro del marco de cumplimiento de análisis integral de viabilidad de proyectos, y de los requerimientos establecidos en la Ley 1715 de 2014, para la integración de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) como la fotovoltaica al Sistema Energético Nacional.

PALABRAS CLAVE

Eficiencia energética, Reconversión tecnológica, Viabilidad, Alumbrado público, Energía fotovoltaica, Sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

Del consumo total de energía eléctrica en Colombia el 3% es para el funcionamiento del alumbrado público (Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), 2007), y un 70% de los gastos de los gobiernos locales en los municipios pequeños; por lo que la tecnología LED ha cobrado importancia por sus mejoras en eficiencia, logrando ahorros entre 50-70% con respecto a tecnologías convencionales, como en la vida útil, alcanzando entre 10 y 20 años sin necesidad de reemplazo, comparado con el reemplazo periódico de las de vapor de sodio y mercurio (2 a 3 años) (FINDETER, 2014); además de la inadecuada disposición final de estas bombillas, que generan impactos negativos en la salud de la población humana y en la calidad ambiental.

Dicha información es importante para el desarrollo turístico del municipio de Guatavita,

ya que desde la formulación del plan de desarrollo municipal, se busca generar beneficio a la comunidad mediante la puesta en marcha del programa de equipamiento público, en el cual, desde el Plan de Desarrollo “*Por mi pueblo y por mi campo*”, para el período de 2012 y el 2015 se establecieron metas relacionadas a la ampliación de la cobertura de los servicios públicos en el Municipio, de manera que se buscaba implementar una línea base para lograr incrementar en un 20% la red de alumbrado público (Ramos, 2012); sin embargo, esta propuesta no se llevó a cabo, de manera que para el último Plan de Desarrollo “*Guatavita justa y solidaria*”, para el periodo comprendido entre el 2016 y el 2019, se realizaron ajustes a las metas y se establecieron, la mejora de las redes del alumbrado público y la expansión de estas redes en las zonas rurales. (Hernández, 2016)

MÉTODOS

Marco Contextual

El proyecto se sitúa en municipio de Guatavita, en el departamento de Cundinamarca, más específicamente en la vía que conecta la vereda Montecillo a la vía principal del municipio, se encuentra en zona rural, en condiciones con poca infraestructura domiciliaria cercana, superficie destapada y con iluminación pública cada 80-90 metros aproximadamente. Por lo que el tamaño del proyecto es de abarcar 6,1 Km (*Figura 1*), correspondiente al desarrollo de 305 postes de luz con la tecnología propuesta.

Marco Conceptual

Si bien, en el escenario colombiano, desde la crisis del petróleo en 1973, se han venido realizando proyectos entorno al manejo de tecnologías renovables, en algunas de sus principales ciudades, como lo son Medellín y Bogotá, se ha empezado a desarrollar el interés por las Fuentes de Energía Nuevas y Renovables (FENR), mediante las primeras inversiones en tecnologías poco convencionales, que funcionan a partir del aprovechamiento de la energía solar. Entonces, la tendencia del aprovechamiento de la energía solar en el país se da desde la perspectiva de la investigación y el desarrollo, así como también la elaboración integral de estrategias nacionales; que según es expuesto, se deben tener presentes tres aspectos que deberían orientar líneas de acción estatal para el desarrollo de las FENR en el país:

La importancia de diversificar la canasta energética nacional para dar flexibilidad al sistema de suministro de energía, indispensable para hacer frente a un futuro lleno de incertidumbres.

Reconocimiento de la importancia de las FENR frente a los problemas causados principalmente por el impacto ambiental del uso de los combustibles fósiles y el agotamiento de las reservas naturales.

Las FENR pueden jugar un papel importante en el suministro de energía en zonas remotas y aisladas, donde en mayor medida se presenta la carencia de un servicio confiable de energía eléctrica. (Rodríguez Murcia, 2009).

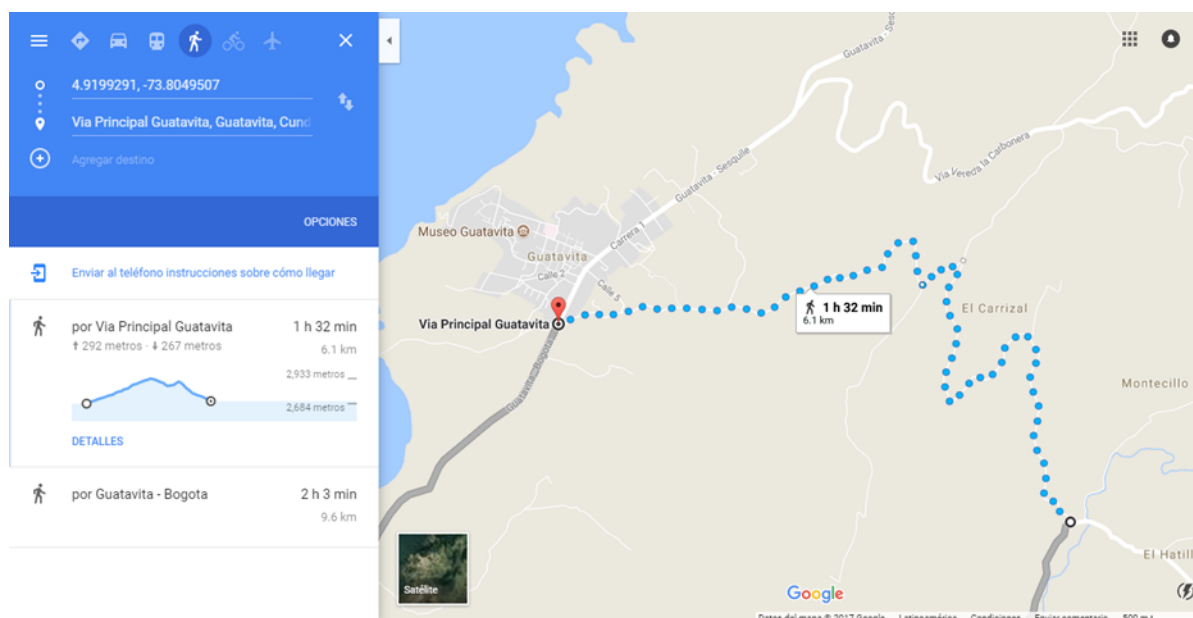


Figura 1. – Ubicación y tamaño del proyecto
Fuente: Google Maps, 2017

Marco Metodológico

Se optó por desarrollar la metodología de Scoring, para la selección de la tecnología más óptima, para esto se obtuvo información de las características técnicas de luminarias tipo LED de marcas como Sylvania y General Electric y la luminaria ofrecida por VivaSolar Colombia S.A.S. (Fotovoltaico y LED). En este proceso se dio una ponderación de importancia a cinco criterios (W) relacionados a las exigencias técnicas requeridas (de 1: muy poco importante, y 5: muy importante), se realizó una ponderación de satisfacción (de 1: extra bajo, y 9: extra alto); seguido de una operación matemática entre los datos obtenidos anteriormente de cada alternativa y la sumatoria correspondiente.

La determinación del cambio de la calidad ambiental, se adaptó la metodología Battelle Columbus al proyecto, como lo desarrollaron Ortiz & Jiménez (2015), mediante la identificación de todos los impactos en los diferentes componentes, por medio de una

revisión documental de la información existente; se realizó un análisis de los mismos para priorizar los impactos identificados y darles una calificación e importancia al momento de impactar el medio ambiente, ya sea de manera positiva o negativa (*Figura 2*).

La planeación estratégica, se realizó con el Cuadro de Mando Integral (CMI) para la gestión ambiental del proyecto, en torno a la estructuración de la misión y la visión, de las cuales se desprenden los objetivos estratégicos de cada perspectiva, para la gestión a futuro del proyecto.

Para determinar la viabilidad económica del proyecto, se desarrolló el Costo Uniforme Equivalente (CUE), el flujo de caja incremental con los indicadores de decisión: Relación Costo-Beneficio (RCB), Valor presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), con las cotizaciones de precios, costos correspondientes de

funcionamiento, mantenimiento e inversión total, tanto del uso de la tecnología convencional como de la propuesta.

RESULTADOS

Viabilidad Técnica

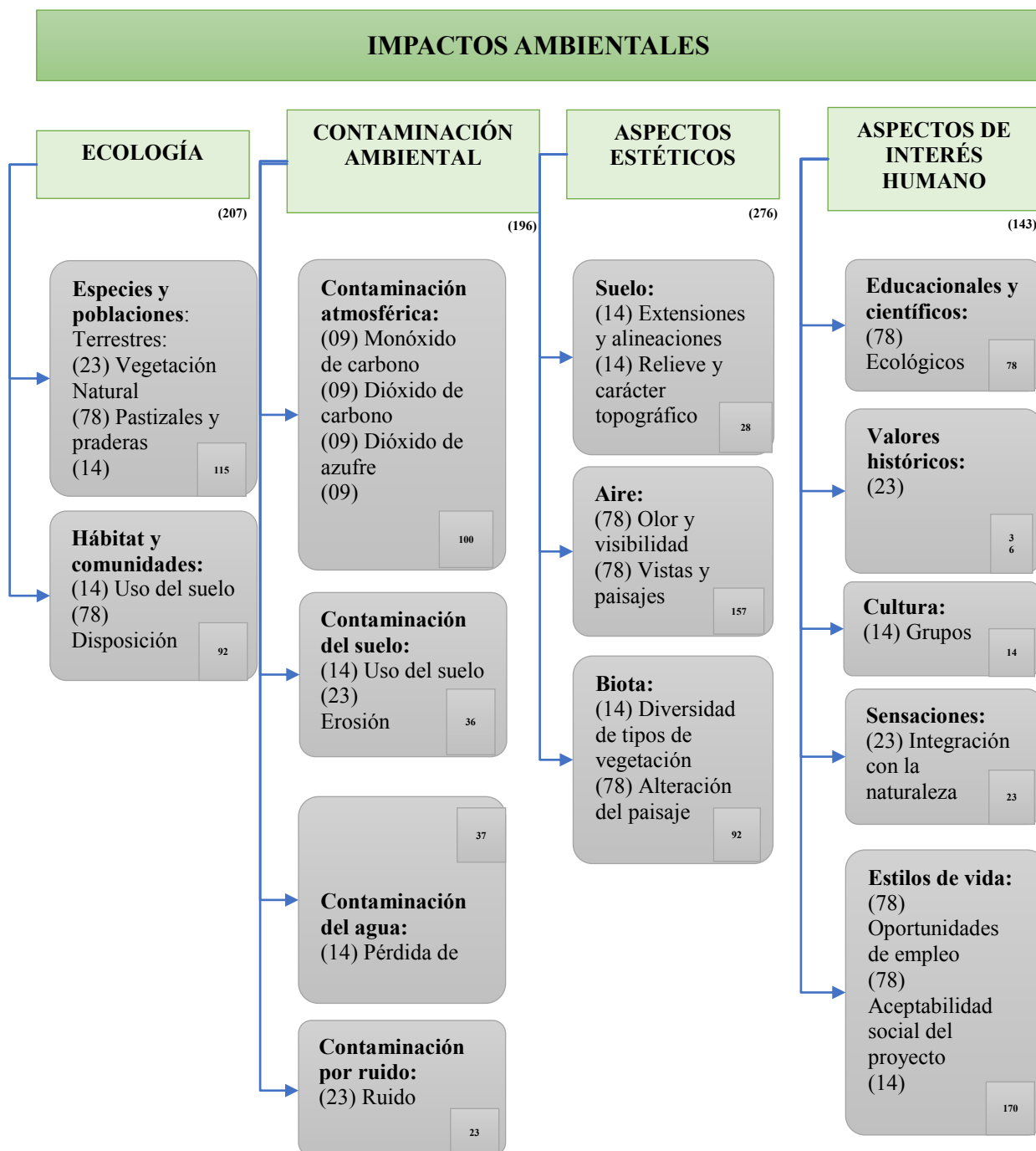


Figura 2. Impactos ambientales, Adaptación de la metodología Battelle Columbus.

Fuente: Autores, adaptado de (Ortiz & Jiménez, 2015)

La tecnología ofrecida por VivaSolar el proyecto es viable ambientalmente.

Colombia S.A.S. tiene mayores puntajes **Planeación Estratégica**

respecto a la eficiencia y al diseño, en total su **Misión del proyecto:** Brindar a los puntaje es 24,5% mayor que el de Sylvania y residentes, visitantes, paseantes del municipio de Guatavita, un servicio de alumbrado público de calidad, sin intermitencia, mediante el uso de tecnología de punta, que ayude al medio ambiente.

Viabilidad Ambiental

Se identificó que los impactos con mayor relevancia para este proyecto son los que tiene que ver con la disposición final y la generación de empleo, problemas que con una adecuada gestión se pueden corregir, esto comprueba que

Visión del proyecto: Para el año 2020 seremos el proyecto de iluminación pública con mayor reconocimiento a nivel nacional, por su innovación, beneficio ambiental, eficiencia y calidad del servicio de alumbrado público en el municipio de

PONDERACIÓN SATISFACCIÓN		SYLVANIA (ALT A)		GENERAL ELECTRIC (ALT B)		VIVASOLAR COLOMBIA S.A.S (ALT C)	
PONDERACIÓN CRITERIOS (W)		ALT A	W*ALT A	ALT B	W*ALT B	ALT C	W*ALT C
VIDA ÚTIL	4	7	28	8	32	7	28
PRECIO	3	7	21	7	21	6	18
EFICIENCIA	5	4	20	5	25	9	45
GARANTÍA	2	4	8	4	8	6	12
DISEÑO	1	6	6	5	5	7	7
SUMATORIA			83		91		110

Tabla 1. – Viabilidad Técnica, Metodología de Scoring
Fuente: Autores, adaptado de metodología de Scoring (Roche & Vejo, 2005)

Guatavita.

A partir de la misión y la visión del proyecto, la estructuración de los objetivos estratégicos, según las perspectivas del Cuadro de Mando Integral para la Gestión Ambiental para la gestión ambiental, en general se encuentran constituidos dentro de 4 perspectivas, y tratan sobre: proceso de aprendizaje y conocimiento (*Perspectiva 1*), por parte de quienes realizar el proyecto, sobre temas como los sistemas de procedimientos, de gestión ambiental, de evaluación estratégica, así como también el acercamiento a la comunidad.

Por otro lado, sobre la mejora de los procesos internos (*Perspectiva 2*), mediante el establecimiento de sistemas de acciones para la operación manual y mantenimiento, de gestión ambiental (ISO 14001) y de evaluación y control estratégico. Adicional para la satisfacción de los stakeholders (*Perspectiva 3*), mediante la mejora ambiental, del turismo y el desarrollo de la iluminación pública en el municipio. Finalmente, para la contribución al

desarrollo sostenible (*Perspectiva 4*) con la disminución de emisiones contaminantes y mejoramiento de la calidad de vida.

Viabilidad Económica

Se calcularon diferentes indicadores financieros y económicos, con el fin de avalar la viabilidad del proyecto propuesto, entre estos está el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Costo Beneficio (RCB), llevados a una proyección a 21 años, sobre lo cual se obtiene:

VPN: \$ 2.924.614

TIR: 31%

RCB: 2,20

VP BENEFICIOS: \$ 5.352.253

VP COSTOS: \$ 2.427.639

Respecto al VPN, al llevar a presente todos los flujos de caja durante la vida del proyecto, se obtiene una recuperación monetaria de \$2'924.614, además, una rentabilidad (TIR) a beneficio de 31%, donde se muestra la generación de ganancia

durante la implementación del proyecto, además de obtener una relación positiva (mayor a 1) entre costos y beneficios, siendo los beneficios mayores.

DISCUSIÓN

La generación de electricidad para el sistema de iluminación pública es uno de los elementos esenciales a transformar en la planeación de Colombia mediante el uso de energías renovables, puesto que permite la innovación en infraestructura, sistemas y procesos hacia la reducción del volumen de emisiones de CO₂ disminuyendo el impacto en el efecto invernadero y el cambio climático global del país, tal como lo expone Sabogal Gómez (2008).

La importancia de realizar este estudio radica en la necesidad de adelantar labores de planeación que se centren en los municipios, debido a que estos son los lugares turísticos de Colombia y muchos de ellos se mantienen por medio de esta actividad, de manera que, este trabajo servirá como una base para

futuros estudios que se realicen en el municipio de Guatavita, en el departamento de Cundinamarca u otros municipios, y marcará un precedente para la implementación de tecnologías fotovoltaicas y luz LED en Colombia.

CONCLUSIONES

Es importante exponer la posición de los futuros Administradores Ambientales, como aportadores de soluciones sostenibles a los problemas globales, partiendo del hecho de aprovechar al máximo esta tecnología, por sus numerosas ventajas, desde una perspectiva académica y laboral.

En conclusión, el proyecto es viable técnica, ambiental y económicamente; es un proyecto que con una eficiente ejecución, logra generar utilidad tanto a quienes lo desarrollan como a la población beneficiada por la reconversión tecnológica del sistema de alumbrado en el municipio de Guatavita; ya que además de ser una inversión financiera con rentabilidad y ganancia

monetaria, se convierte en un proyecto socio-ambiental, que permite mejorar la calidad de vida de los habitantes y visitantes; así como también, apoyar el cumplimiento de la agenda ambiental además de transformar y evolucionar el sistema energético del alumbrado público, enfocado principalmente, en el progreso de y para el desarrollo sostenible en Colombia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldía de Guatavita-Cundinamarca. (2016). *Guatavita Justa y Solidaria*. Obtenido de http://www.guatavita-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml

Cadena, Á. I., Botero, S., Táutiva, C., Betancur, L., & Vesga, D. (2009). Regulación para incentivar las energías alternas y la generación distribuida en Colombia. *Scielo*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n28/n28a13.pdf>

FINDETER. (2014). *Alumbrado público: un camino hacia la eficiencia energética*.

Obtenido de www.findeter.gov.co/descargar.php?idFile=214592

Google Maps. (2017). Obtenido de <https://www.google.com.co/maps/dir/4.9199291,-73.8049507/4.9307893,-73.8335753/@4.9335398,-73.8141267,14.75z/data=!4m2!4m1!3e2>

Google Maps. (2017). Obtenido de <https://www.google.com.co/maps/dir/4.9199291,-73.8049507/4.9307893,-73.8335753/@4.9335398,-73.8141267,14.75z/data=!4m2!4m1!3e2>

Hernández, A. M. (2016). *Plan de Desarrollo del Municipio de Guatavita "Guatavita justa y solidaria" (2016-2019)*. Guatavita, Cundinamarca.

Kouyomgian, I. S. (2010). *Cálculo de instalación eléctrica utilizando energía solar para tres casos de estudio*. (Tesis de pregrado), Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. Obtenido de <http://159.90.80.55/tesis/000149036.pdf>

Ortíz, M., & Jiménez, V. (2015). *Análisis*

de conveniencia para la implementación de un sistema fotovoltaico en el edificio del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ubicado en la ciudad de Bogotá D.C. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

volumen7_numero2/
alcances_sustitucion_luminarias_incandesce
ntes7-2.pdf

Portafolio. (2011). *Alumbrado público debe ser con bombillas de sodio.* Portafolio.

Ramos, W. A. (2012). *Plan de Desarrollo del Municipio de Guatavita-Por mi pueblo y por mi campo" (2012-2015).* Guatavita, Cundinamarca.

Roche, H., & Vejo, C. (2005). *Métodos Cuantitativos Aplicados a la Administración.*

Rodríguez Murcia, H. (2009). *Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas.* Scielo. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n28/n28a12.pdf>

Sabogal Gómez, E. (2008). *Alcances de la sustitución de luminarias.* Journal of Technology, 7, 93-102. Obtenido de http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista_tecnologia/